

PAT-NO: JP02005185886A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2005185886 A

TITLE: ANAEROBIC DIGESTION TANK EQUIPMENT AND ITS CONTROL METHOD

PUBN-DATE: July 14, 2005

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HORIZOE, KOJI	N/A
AMARI, TAKESHI	N/A
OMURA, TOMOAKI	N/A
UEDA, RYOHEI	N/A
MIZUTANI, HIROSHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	N/A

APPL-NO: JP2003427197

APPL-DATE: December 24, 2003

INT-CL (IPC): C02F003/28

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an anaerobic digestion tank which can agitate high-viscosity and high-concentration organic sludge.

SOLUTION: Air bubbles occupying the passage cross-section of a draft tube are formed. When the formed air bubbles rise in the draft tube, they push out sludge in the draft tube and generate a circulation of the sludge in an anaerobic digestion tank to agitate the sludge.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) **公開特許公報(A)**

(11) 特許出願公開番号

特開2005-185886

(P2005-185888A)

(43) 公開日 平成17年7月14日(2005.7.14)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>  
C02F 3/28

F I  
CO2F 3/28 ZABA

テーマコード (参考)  
4D040

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-427197 (P2003-427197)  
(22) 出願日 平成15年12月24日 (2003.12.24)

(71) 出願人 000006208  
三菱重工業株式会社  
東京都港区港南二丁目16番5号

(72) 発明者 堀添 浩司  
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1  
三菱重工業株式会社横浜研究所内

(72) 発明者 甘利 猛  
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1  
三菱重工業株式会社横浜研究所内

(72) 発明者 大村 友章  
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1  
三菱重工業株式会社横浜研究所内

(72) 発明者 植田 良平  
神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1  
三菱重工業株式会社横浜研究所内

最終頁に続く

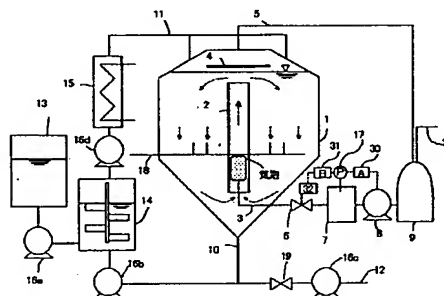
(54) 【発明の名称】 嫌気性消化槽設備および嫌気性消化槽設備の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、高粘性の高濃度有機性汚泥を攪拌できる嫌気性消化槽を得るにある。

【解決手段】 ドラフトチューブ内に流路断面を占める気泡を形成し、形成された気泡がドラフトチューブ内を上昇する際、ドラフトチューブ内の汚泥を押し出し、嫌気性消化槽内に汚泥の循環を生じさせ、汚泥を攪拌することができる。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

汚泥を処理する嫌気性消化槽と前記嫌気性消化槽内部に設置されたドラフトチューブと前記ドラフトチューブ内にガスを吹き込むガス吹き込み管とを備え、前記嫌気性消化槽内で汚泥を処理する際に発生した消化ガスを前記ガス吹き込み管から吹き込んで汚泥を攪拌する嫌気性消化槽設備において、

前記嫌気性消化槽内部で発生する消化ガスを蓄えるガスフォルダーと、

前記ガスフォルダーの消化ガスを圧縮するガスプロアーまたは圧縮機と、

前記ガスプロアーまたは前記圧縮機により圧縮され送られた消化ガスを蓄えるバッファタンクと、

10

前記バッファタンクと前記嫌気性消化槽の間に設けられた弁と、

前記ガスプロアーまたは前記圧縮機の運転を制御するガスプロアー・圧縮機運転制御手段と、

前記弁の開閉を制御する弁開閉制御手段とを備え、

前記ガスプロアー・圧縮機運転制御手段は、前記バッファタンクの圧力を検知して前記バッファタンクの圧力を所定範囲に維持するよう前記ガスプロアーまたは前記圧縮機を運転制御し、前記弁開閉制御手段は、前記バッファタンクの圧力を検知して前記バッファタンクの圧力が所定範囲にないときは前記弁を開かず、所定範囲にあるときは所定時間間隔で前記弁を開閉制御をすることを特徴とする嫌気性消化槽設備。

## 【請求項2】

20

請求項1記載の嫌気性消化槽設備において、前記ドラフトチューブと前記ガス吹き込み管が円筒形であって、前記ガス吹き込み管の内径は前記ドラフトチューブの内径の1/5分の1以上3分の1以下であることを特徴とする嫌気性消化槽設備。

## 【請求項3】

請求項1または2記載の嫌気性消化槽設備において、前記バッファタンクの圧力は前記ガス吹き込み管ヘッド圧との差圧が0.5kgf/cm<sup>2</sup>から2.0kgf/cm<sup>2</sup>を前記所定範囲とすることを特徴とする嫌気性消化槽設備。

## 【請求項4】

請求項1ないし3記載の嫌気性消化槽設備において、前記ドラフトチューブは複数本からなり、前記ドラフトチューブ毎にガス吹き込み管からガスを吹き込むことを特徴とする嫌気性消化槽設備。

30

## 【請求項5】

請求項1ないし4記載の嫌気性消化槽設備において、前記ガス吹き込み管は複数本からなることを特徴とする嫌気性消化槽設備。

## 【請求項6】

請求項1ないし5記載の嫌気性消化槽設備において、前記ドラフトチューブの上方、かつ、消化ガスを前記嫌気性消化槽より引き抜く消化ガス引き抜き管の下方に設置した邪魔板を有することを特徴とする嫌気性消化槽設備。

## 【請求項7】

汚泥を処理する嫌気性消化槽と前記嫌気性消化槽内部に設置されたドラフトチューブと前記ドラフトチューブ内にガスを吹き込むガス吹き込み管とを備え、前記嫌気性消化槽内で汚泥を処理する際に発生した消化ガスを前記ガス吹き込み管から吹き込んで汚泥を攪拌する汚泥の攪拌方法において、  
前記ガス吹き込み管から消化ガスが前記ドラフトチューブ内に間欠放出され、前記消化ガスは流路断面を占める気泡となり断続的に前記ドラフトチューブ内を上昇し、前記気泡は汚泥を前記ドラフトチューブから押し出し、前記嫌気性消化槽内部に汚泥の循環を生じる汚泥の攪拌方法。

40

## 【請求項8】

請求項7の汚泥の攪拌方法において、前記気泡が汚泥を前記ドラフトチューブから押し出し終えた後、次の消化ガスを吹き込むことを特徴とする汚泥の攪拌方法。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高粘性を有する高濃度汚泥を対象とした嫌気性消化槽の攪拌装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

下水汚泥、家畜糞尿、し尿汚泥、浄化槽汚泥、生活系または事業系の生ごみなど有機性汚泥を嫌気性消化槽で処理するとメタンガスをエネルギーとして取り出すことができ、また汚泥を衛生的に処理することができる。有機性汚泥を消化するには、熱を投入しながらよく攪拌・混合する必要がある。従来から嫌気性消化槽の攪拌方式には、ガス攪拌と機械攪拌と、それらとポンプによる液循環の併用が知られている。

## 【0003】

ガス攪拌は加圧した消化ガスを嫌気性消化槽1内に吹き込んで汚泥を流動させる方式である。図6に示すディフューザー方式はガス吹き込み管3から吹き込まれたガスの浮上に伴って上昇する汚泥が図6の点線矢印のように循環するものである。図7に示すドラフトチューブ方式は槽内に設置したドラフトチューブ2内にガスを吹き込むことでドラフトチューブ2内に汚泥の上昇流を発生させ、図7の点線矢印のような循環流を得る。（特許文献1参照）

## 【0004】

図8に示す機械攪拌方式は攪拌翼25で機械的に嫌気性消化槽1内を攪拌する。低動力とするためにドラフトチューブ2を併用する。攪拌モーター26で攪拌翼25を回転させることで点線矢印のような流動が得られる。

## 【0005】

ところが消化槽内の固形物濃度が約3%以上の高濃度汚泥を攪拌する場合、汚泥の粘度が高いため、ディフューザー方式ではガスのみが上昇して汚泥は流動せず、ドラフトチューブ方式でも汚泥はほとんど上昇しないという問題がある。

## 【0006】

また、機械攪拌方式でも、高濃度汚泥ではドラフトチューブ2と攪拌翼25のクリアランスが大きいと汚泥が攪拌翼25と供回りしてほとんど流動せず、クリアランスが小さくても供回りにより効率が低下する。また高粘性のため従来に比べ攪拌動力が増大する問題がある。

## 【0007】

従来技術による汚泥の攪拌方式では十分な混合を得るには動力消費が大きくなる問題があった。

## 【特許文献1】実開昭61-111600号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

本発明は、上述のような実情を鑑みてなされたものであり、その目的は、高粘性の高濃度汚泥でも攪拌できる嫌気性消化槽を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

汚泥を処理する嫌気性消化槽と前記嫌気性消化槽内部に設置されたドラフトチューブと前記ドラフトチューブ内にガスを吹き込むガス吹き込み管とを備え、前記嫌気性消化槽内で汚泥を処理する際に発生した消化ガスを前記ガス吹き込み管から吹き込んで汚泥を攪拌する嫌気性消化槽設備において、前記嫌気性消化槽内部で発生する消化ガスを蓄えるガスフォルダーと、前記ガスフォルダーの消化ガスを圧縮するガスプロアーまたは圧縮機と、前記ガスプロアーまたは前記圧縮機により圧縮され送られた消化ガスを蓄えるバッファタ

ンクと、前記バッファタンクと前記嫌気性消化槽の間に設けられた弁と、前記ガスブロアーまたは前記圧縮機の運転を制御するガスブロアー・圧縮機運転制御手段と、前記弁の開閉を制御する弁開閉制御手段とを備え、前記ガスブロアー・圧縮機運転制御手段は、前記バッファタンクの圧力を検知して前記バッファタンクの圧力を所定範囲に維持するよう前記ガスブロアーまたは前記圧縮機を運転制御し、前記弁開閉制御手段は、前記バッファタンクの圧力を検知して前記バッファタンクの圧力が所定範囲にないときは前記弁を開かず、所定範囲にあるときは定時間間隔で前記弁を開閉制御をすることを特徴とする。

【0010】

請求項1記載の嫌気性消化槽設備において、前記ドラフトチューブと前記ガス吹き込み管が円筒形であって、前記ガス吹き込み管の内径は前記ドラフトチューブの内径の1/5分の1以上3分の1以下であることを特徴とする。 10

【0011】

請求項1または2記載の嫌気性消化槽設備において、前記バッファタンクの圧力は前記ガス吹き込み管ヘッド圧との差圧が0.5kgf/cm<sup>2</sup>から2.0kgf/cm<sup>2</sup>を前記所定範囲とすることを特徴とする。

【0012】

請求項1ないし3記載の嫌気性消化槽設備において、前記ドラフトチューブは複数本からなり、前記ドラフトチューブ毎にガス吹き込み管からガスを吹き込むことを特徴とする。

【0013】

請求項1ないし4記載の嫌気性消化槽設備において、前記ガス吹き込み管は複数本からなることを特徴とする。 20

【0014】

請求項1ないし5記載の嫌気性消化槽設備において、前記ドラフトチューブの上方、かつ、消化ガスを前記嫌気性消化槽より引き抜く消化ガス引き抜き管の下方に設置した邪魔板を有することを特徴とする。

【0015】

汚泥を処理する嫌気性消化槽と前記嫌気性消化槽内部に設置されたドラフトチューブと前記ドラフトチューブ内にガスを吹き込むガス吹き込み管とを備え、前記嫌気性消化槽内で汚泥を処理する際に発生した消化ガスを前記ガス吹き込み管から吹き込んで汚泥を攪拌する汚泥の攪拌方法において、前記ガス吹き込み管から消化ガスが前記ドラフトチューブ内に間欠放出され、前記消化ガスは流路断面を占める気泡となり断続的に前記ドラフトチューブ内を上昇し、前記気泡は汚泥を前記ドラフトチューブから押し出し、前記嫌気性消化槽内部に汚泥の循環を生じる汚泥の攪拌方法である。 30

【0016】

請求項7の汚泥の攪拌方法において、前記気泡が汚泥を前記ドラフトチューブから押し出し終えた後、次の消化ガスを吹き込むことを特徴とする汚泥の攪拌方法である。

【発明の効果】

【0017】

以上の発明の構成から、本発明にあっては次に列挙する効果が得られる。 40

【0018】

請求項1記載の発明により、ドラフトチューブ内に流路断面を占める気泡を形成することができ、形成された気泡がドラフトチューブ内を上昇する際、ドラフトチューブ内の汚泥を押し出し、嫌気性消化槽内に汚泥の循環を生じさせ、汚泥を攪拌することができる。

【0019】

請求項2記載の発明により、ドラフトチューブ内に流路断面を占める気泡を安定して形成することができる。

【0020】

請求項3記載の発明により、嫌気性消化槽内の汚泥の攪拌効率を高めることができる。また、ガス吹き込み管の汚泥進入を防止できる。 50

## 【0021】

請求項4記載の発明により、嫌気性消化槽内にドラフトチューブを複数本設置することでドラフトチューブを一つ設置した場合に比べて、死水域を減少させることができる。嫌気性消化槽の大型化に伴って拡大するドラフトチューブ径に対応した気泡の形成が困難にならずに済む。また、各ドラフトチューブ内にガス吹き込み管を引き込むことで、ガス吹き込み管の1本あたりのガス吹き込み管径を小さくすることができ、ガス吹き込み管の汚泥による閉塞を防止することができる。

## 【0022】

請求項5記載の発明により、ガス吹き込み管1本あたりのガス吹き込み管径を小さくすることができ、ガス吹き込み管の汚泥による閉塞を防止することができる。嫌気性消化槽の大型化に伴ってドラフトチューブ径が拡大した場合にも、ガス吹き込み管の1本あたりのガス吹き込み管径を小さくすることができる。

## 【0023】

請求項6記載の発明により、ドラフトチューブから気泡が抜ける際、汚泥の飛散による消化ガス引き抜き管の閉塞を防止することができる。

## 【0024】

請求項7記載の発明により、高粘性の有機性汚泥を攪拌、混合することができる。

## 【0025】

請求項8記載の発明により、高粘性の有機性汚泥をさらに効率よく攪拌、混合することができる。汚泥はドラフトチューブを上昇する気泡によりドラフトチューブ内を上昇し、ドラフトチューブの上方の開口部から押し出され、ドラフトチューブ下方の開口部からは汚泥がドラフトチューブ内へ吸い込まれる。汚泥をドラフトチューブから押し出し終えた後、消化ガスを吹き込めば、ドラフトチューブ内への汚泥の吸い込みを阻害しない。このため嫌気性消化槽内の汚泥の循環効率を高めることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0026】

以下、図面に示す発明を実施するための最良の形態により、本発明を詳細に説明する。

## 【実施例1】

## 【0027】

本発明の最良の形態を図1に示す。嫌気性消化槽1は、その内部にドラフトチューブ2が鉛直方向に設置され、ドラフトチューブ内部下方にはガス吹き込み管3の先端が引き込まれている。ガス吹き込み管3は電磁弁6を介してバッファタンク7と接続される。バッファタンク7はガスブロアーまたは圧縮機8と連通し、ガスブロアーまたは圧縮機8は消化ガスタンク9と連通する。消化ガスタンク9は消化ガス引き抜き管5と繋がり、消化ガス引き抜き管5は嫌気性消化槽1の上部から嫌気性消化槽内部のガスを引き抜くことができるよう接続されている。消化ガスタンク9は、消化ガス排出管20と繋がっている。バッファタンク7には、圧力計17が備え付けられる。圧力制御A30はバッファタンク7の圧力計17からの信号を入力とし、ガスブロアーまたは圧縮機8の運転を制御する出力を持つ。圧力制御B31はバッファタンク7の圧力計17からの信号を入力として持ち、電磁弁6の開閉を制御する出力を持つ。

## 【0028】

嫌気性消化槽内部には、水平に広い邪魔板4がドラフトチューブ2の上方でありかつ液面より上方に配置される。蒸気吹き込み管18は嫌気性消化槽外部より内部に汚泥中に蒸気を吹き込むことのできるよう挿入される管である。

## 【0029】

嫌気性消化槽上部には、汚泥投入管11が接続される。汚泥投入管11は加熱手段15と接続され、加熱手段15は汚泥輸送ポンプ16dを介して汚泥混合槽14と接続される。汚泥混合槽14には二つの汚泥入力経路があり、一方は投入汚泥槽13から汚泥輸送ポンプ16aを介して汚泥を供給する経路、もう一方は嫌気性消化槽1底部から汚泥引き抜き管10が接続され、汚泥輸送ポンプ16bを介して嫌気性消化槽底部に溜まった汚泥を

再び汚泥混合槽 14 に戻す経路である。

【0030】

汚泥引き抜き管 10 は嫌気性消化槽 1 の底部から汚泥輸送ポンプ 16 b の間で分岐し、他方は開閉弁 19 と汚泥輸送ポンプ 16 c とを介して消化汚泥排出管 12 とつながっている。

【0031】

嫌気性消化槽 1 は、汚泥を消化処理する槽である。亀甲型と呼ばれる形をしており、その形状は、すり鉢状の下部と円筒形側壁部があり、さらに上部を切り落とした円錐形の蓋が覆い被さる形をしている。耐腐食性材質からなり断熱性を有する。また汚泥を 10 から 40 日貯蔵することができる。本発明はその他の卵型、ソロバン型、クラシック型など汎用構造の嫌気性消化槽で適応できる。ソロバン型は、その形状が算盤の玉の形をなしており、クラシック形はソロバン型を上下に引き伸ばした形状をなしている。

10

【0032】

ドラフトチューブ 2 は、中空の円筒である。少なくとも流路断面を占める泡の形成ができ、汚泥の攪拌効果があるものであれば、円筒に限らず中空の筒であればよい。好ましくは、ドラフトチューブの材質が耐腐食性があり、攪拌操作の際に、ドラフトチューブが変形、脱落、磨耗しにくい性質であることが望ましい。流路断面を占める気泡の吹き込みの衝撃に耐えることができるからである。従来のドラフトチューブ方式のガス攪拌の気泡よりも大きな気泡になるため、より大きな衝撃が発生することがある。

【0033】

高濃度汚泥の嫌気性消化では、発生した消化ガスが高粘性を有する高濃度汚泥に捕捉された上昇しにくい状態となり、ホールドアップの増大（液面上昇）や発酵阻害などの悪影響を及ぼす。ガス抜けを良くするためには汚泥の表面更新が重要になる。ドラフトチューブは、汚泥を循環させる作用があり、それにより表面更新を促進する効果が得られる。また、ドラフトチューブ下部から汚泥が引き込まれる際、汚泥には強いせん断力が作用するため、混合効果が得られる。

20

【0034】

ガス吹き込み管 3 の先端の開口部は、ドラフトチューブ 2 の下端より挿入され、消化ガスをドラフトチューブ内に吹き込み、気泡を発生させる。ドラフトチューブ 2 がガス吹き込み管 3 が円筒であるとき、ガス吹き込み管 3 の内径は、ドラフトチューブ内径の  $\frac{1}{5}$  分の  $\frac{1}{3}$  以上  $\frac{2}{3}$  以下の範囲にあることが望ましい。

30

【0035】

邪魔板 4 は、ドラフトチューブ 2 から気泡が抜ける際、汚泥の飛散によって消化ガス引き抜き管 5 が閉塞することを防止している。

【0036】

消化ガス引き抜き管 5 は、消化ガスタンク 9 とつながっており、嫌気性消化槽 1 の内部で発生した消化ガスを嫌気性消化槽外部に引き抜いて、消化ガスタンク 9 に送り込むための管である。

【0037】

バッファタンク 7 は、ガスブローアまたは圧縮機 8 により加圧された消化ガスを蓄える。バッファタンク 7 の圧力は、最低でも嫌気性消化槽のヘッド圧（液面と吹き込み管の差圧）よりも大きくする必要がある。ヘッド圧より圧力が低いとガス吹き込み管に汚泥が逆流するため、これを防止する。

40

【0038】

ガスブローアまたは圧縮機 8 は、消化ガスタンク 9 より消化ガスを取り出し、バッファタンク 7 に圧縮して送り込む。ガスブローアまたは圧縮機 8 の運転は、ガスブローア・圧縮機運転制御手段により制御される。ガスブローア・圧縮機運転制御手段は図 2 の圧力制御 A からなる。圧力制御 A 30 によってバッファタンク 7 は所定圧力範囲内にあるよう制御される。バッファタンク 7 にはタンクの圧力を計測する圧力計 17 が設けられている。圧力制御 A 30 については後述する。

50

## 【0039】

消化ガスタンク9は、消化ガス引き抜き管5を通り嫌気性消化槽1から流出する消化ガスを一時的に蓄える。消化ガスは、消化ガス排出管20から排出されるか、再び嫌気性消化槽1に戻される。消化ガス排出管から排出された消化ガス（主成分はメタンガス）は、エネルギーとして利用される。

## 【0040】

汚泥引き抜き管10は、嫌気性消化槽1の底部にある汚泥を嫌気性消化槽外に引き抜く管である。途中二股に分岐し、一方は消化汚泥排出管12につながる汚泥排出経路である。開閉弁19、汚泥輸送ポンプ16cを介し処理済の汚泥などを外部に放出する。もう一方は汚泥再循環経路で、引き抜かれた汚泥は、汚泥混合槽14、熱交換機15を通り再び汚泥投入管11から嫌気性消化槽に投入される。汚泥混合槽14では、投入汚泥槽13から新たに汚泥を投入して混合することができる。

## 【0041】

汚泥輸送ポンプ16bは、汚泥引き抜き管10からの汚泥を汚泥混合槽14に運ぶポンプである。

## 【0042】

投入汚泥槽13は、消化したい汚泥が最初に嫌気性消化槽設備外から投入され汚泥を蓄える嫌気性消化槽設備の槽である。

## 【0043】

汚泥混合槽14は、槽内に攪拌手段を有する。汚泥輸送ポンプ16aで運ばれる投入汚泥槽13の汚泥と、汚泥輸送ポンプ16bで運ばれる嫌気性消化槽1から引き抜かれた消化途中の汚泥とを混合することができる。汚泥混合槽14は、投入汚泥槽13からの汚泥、嫌気性消化槽1からの消化途中の汚泥の両者を混合することができる。汚泥混合槽14の汚泥は、汚泥輸送ポンプ16dで加熱手段15に運ばれる。

## 【0044】

加熱手段15は、通過する汚泥を温水又は蒸気などで加熱する。例えば、加熱手段は熱交換器、蒸気の吹込みによる加熱である。汚泥温度は35℃から80℃程度まで加熱する。嫌気性消化槽設備、特に嫌気性消化槽から熱が逃げるため汚泥を加温する必要がある。汚泥の温度管理が重要で、中温発酵は35℃以上、高温発酵は55℃以上で制御する必要がある。

## 【0045】

投入汚泥管11は、加熱手段15を通過し温められた汚泥を嫌気性消化槽1に投入する管である。

## 【0046】

圧力制御制御A30について説明する。圧力計17で計測されたバッファタンクの圧力値を参照して、圧力制御A30はバッファタンク内の圧力が所定の圧力範囲より低い場合はガスブローアまたは圧縮機8を作動させ、消化ガスタンク9の消化ガスを圧縮してバッファタンクに送り込む。バッファタンク内の圧力が所定の圧力範囲より高い場合はガスブローアまたは圧縮機8を停止させる。

## 【0047】

電磁弁6は弁開閉制御手段により制御される。弁開閉制御手段は、図2の圧力制御B31と動作制御32からなる。圧力制御B31は、圧力計17で計測されたバッファタンクの圧力値を参照して、バッファタンク内の圧力が所定の圧力範囲内でないとき、電磁弁6の開閉動作を停止させる（閉のままにする）。バッファタンク内の圧力が所定の圧力範囲内にあるとき、電磁弁6の開閉動作を許可する。

## 【0048】

電磁弁6の開閉動作は、動作制御32によって行われ、所定の時間間隔で電磁弁が開閉する。これらの時間間隔は、目的の攪拌効率が得られるよう、状況に応じて調整可能である。電磁弁6の開閉により、ガス吹き込み管3で吹き込む消化ガスの吹き込みを調整することができる。気泡の上昇中はドラフトチューブ内にドラフトチューブ下方開口部から汚

10

20

30

40

50



泥を引き込んでいるため、気泡の上昇中は、電磁弁を閉にして汚泥の引き込みを阻害しないようにする。

【0049】

電磁弁を、開から閉へ、次の閉から開への時間間隔、つまり次のガスの吹き込みまでの時間間隔を短くすれば汚泥の循環回数が増え、間隔を長くすれば汚泥の循環回数は減る。電磁弁の開閉制御は、運転状況によって変えることができる。例えば、汚泥の分解率が低い、あるいは消化ガス発生量（回収量）が少なければ、ガス吹き込みの時間間隔を短くし循環回数を増やす。

【0050】

但し、ガス吹き込みの時間間隔は、少なくとも次の条件を満たすことが望ましい。ドラフトチューブ内の気泡が上昇しドラフトチューブ内の汚泥をドラフトチューブ外へ押し出し終えた後、消化ガスを吹き込む。ドラフトチューブ内を気泡が上昇している最中に消化ガスを吹き込めば、ドラフトチューブ下方に気泡が広がり、ドラフトチューブ下方の開口部から吸い込まれる汚泥の進入を阻害してしまうためである。

【0051】

蒸気吹き込み管18は、嫌気性消化槽1内に蒸気を吹き込み汚泥を加熱する。蒸気は槽内の温度が低下したときに加えるものであり、常時吹き込んでいることは必要でない。この蒸気は他に使い道が無い低エネルギーを利用して作られるものであることは経済上望ましく、蒸気温度はおよそ110から150℃、例えば120℃程度である。ドラフトチューブの外側は汚泥が下方に移動するので、その部分の流動を助ける効果がある。

【0052】

消化済みの汚泥は、開閉弁19を開き汚泥輸送ポンプ16cを稼働させることで消化汚泥排出管12を通り、嫌気性消化槽設備外に運び出される。搬出された汚泥は、脱水・焼却処分される。

【0053】

嫌気性消化槽1に投入された高濃度汚泥は、上述の構成の下、攪拌、混合され消化処理される。

【0054】

次に気泡による汚泥の循環について説明する。電磁弁を開閉制御することで嫌気性消化槽1中央に設置したドラフトチューブ2内に加圧した消化ガスを間欠的に放出し、ドラフトチューブ2内を栓流となるような大きな気泡を上昇させる。この際、流路断面を占める気泡の上昇により逃げ場を無くした汚泥は、気泡とともに上昇しドラフトチューブ2上方の開口部より押し出される。ドラフトチューブ2下方開口部より汚泥が引き込まれ、嫌気性消化槽内に循環を生じる。図1において嫌気性消化槽内の汚泥の循環を点線矢印により示した。

【0055】

ガス吹き込み管3径と気泡生成および嫌気性消化槽内の汚泥流動には下記の関連がある。

【0056】

ガス吹き込み管3がドラフトチューブ2と比較して細すぎる場合、吹き込まれた消化ガス流速が大きくなり、気泡が十分な大きさに形成される前に、汚泥をドラフトチューブ2から押し出すのに不十分な大きさで上昇する。

【0057】

ガス吹き込み管3がドラフトチューブ2と比較して太すぎる場合、ドラフトチューブ2とガス吹き込み管3の隙間が小さくなり、ドラフトチューブ2下方開口部からの汚泥の吸い込みの抵抗となる。また、ガス吹き込み管3内径が大きすぎると、ガス吹き込みを行っていないときや異常時にガス吹き込みが停止したときに、嫌気性消化槽内の汚泥がガス吹き込み管3内を逆流する虞がある。

【0058】

ガス吹き込み管3の内径について検討した結果、ガス吹き込み管の内径はドラフトチュ

ープ2の内径の15分の1以上で3分の1以下であることが望ましい。この範囲であれば、ドラフトチューブ2内に流路断面を占める気泡が形成される。この範囲外では、汚泥を良好に攪拌できる気泡が形成されない。

#### 【0059】

適正な汚泥の循環となる条件を得るため模擬試験を行った。試験には固形物濃度10%の汚泥を消化して得られた消化汚泥と同様の粘性(B型粘度計No. 3ローター60rpmで1380cp)を示す模擬液を使用した。模擬液には水酸化ナトリウムにより中和処理したカルボキシビニルポリマー水溶液0.15wt.%を用いた。吹込むガスは空気とした。装置は透明塩ビ製の50L亀甲型嫌気性消化槽を用い、槽内中央部に槽径に対して10分の1の内径を持つ長さ340mm、内容積540mLの透明塩ビ製ドラフトチューブを設置し、その下部にガス吹き込み管としてドラフトチューブ内径の10分の1程度の内径を有する1/4インチ銅管を設置した。

10

#### 【0060】

ガス吹き込み方法は嫌気性消化槽前段をプロア、減圧弁により0.5kgf/cm<sup>2</sup>に加压し、電磁弁を7.9秒に1回、0.3秒間開放させることで、ドラフトチューブ内を栓流とするような一つの気泡(体積90mL)を間欠的に発生させた。

#### 【0061】

上述の攪拌方法の定量的評価はドラフトチューブから吐出される液流量を液体積で除して得られる液循環回数 $Q/V$  [回/日]で行った。なお吐出液流量の測定はトレーサーとして食紅を用い、ドラフトチューブ内における一回のガス放出あたりの液移動量を計測して行った。

20

#### 【0062】

連続的にガスを放出させる従来のガス攪拌方式と比較するため、総ガス量を等しくして試験を実施した結果、連続方式では循環回数は1 [回/日]以下であったのに対し、本発明に係わる間欠方式では30 [回/日]となり、同じ動力で30倍以上の効率が得られた。消化槽内の固形物濃度が3%以上の高濃度汚泥の嫌気性消化において、従来の攪拌方法ではほとんど汚泥を流動させることができなかったが、本発明により従来と同程度の動力で汚泥を良好に循環させることができる。

#### 【0063】

バッファタンクの圧力は実験により次のように決定される。

30

#### 【0064】

バッファタンクの圧力は、最低でもヘッド圧(液面と吹き込み管の差圧)よりも大きくする必要があり、ヘッド圧を基準に設定する。

#### 【0065】

実験はヘッド圧0.03 [kgf/cm<sup>2</sup>]の条件で実施し、図9に示した表の結果を得た。これをグラフ化し図3に示した。横軸のガス量[mL/回]は気泡の体積であり、バッファタンク圧力に比例した。縦軸は汚泥の循環回数であり、値が大きいほど攪拌効率がよい。

#### 【0066】

図3に示すグラフによれば、ガス吹き込み量は90 [mL/回]以上で一定の攪拌効率が得られることを示している。90 [mL/回]に対応するバッファタンク圧力は0.5 [kgf/cm<sup>2</sup>]であった。なお、バッファタンク圧力を0.5 [kgf/cm<sup>2</sup>]以上にしても攪拌効率に大きな変化がないことから、ガスプロアーまたは圧縮機の動力を考慮するとバッファタンク圧力を大きくしすぎてもメリットがない。

40

#### 【0067】

本発明により、従来と同程度の動力で高濃度汚泥を攪拌することができるようになる。

#### 【0068】

図4に示す本発明を実施する第2の形態は、ドラフトチューブ2とガス吹き込み管3が複数配置される。嫌気性消化槽1全体に汚泥の流動を生じさせることができるため、死水域と呼ばれる流動しない領域が少なくなり混合効率が良くなる。高濃度汚泥は高粘性およ

50

び降伏応力を有しているため、ドラフトチューブ1本では死水域が生じやすい。このような高濃度汚泥を対象とする場合は、中央部とその周辺に複数本のドラフトチューブ2を設置して攪拌を実施することで、死水域を少なくすることができる。嫌気性消化槽1の中心部から等距離に等角度にドラフトチューブ2を配置した。

【0069】

図5に示す本発明を実施する第3の形態は、ドラフトチューブ2内を複数の区画に仕切り板36により仕切り、仕切り板36によって仕切られた各区画にそれぞれガス吹き込み管3を設けることで、ガス吹き込み管の径を小さくすることができる。ガス吹き込み管の径を小さくすることで、汚泥のガス吹き込み管への逆流を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0070】

【図1】本発明を実施するための最良の形態の嫌気性消化槽設備を示す図。

【図2】本発明を実施するための最良の形態の嫌気性消化槽設備におけるフローを示す図。

【図3】バッファタンクの圧力を規定するガス吹き込み量と液循環回数のグラフ。

【図4】本発明を実施するための第2の形態の嫌気性消化槽設備を示す図。

【図5】本発明を実施するための第3の形態の嫌気性消化槽設備を示す図。

【図6】従来技術のディフューザー方式の嫌気性消化槽を示す図。

【図7】従来技術のドラフトチューブ方式の嫌気性消化槽を示す図。

【図8】従来技術の機械攪拌方式の嫌気性消化槽を示す図。

20

【図9】バッファタンクの圧力を規定するガス吹き込み量と液循環回数の実験結果の表。

【符号の説明】

【0071】

- 1 嫌気性消化槽
- 2 ドラフトチューブ
- 3 ガス吹き込み管
- 4 邪魔板
- 5 消化ガス引き抜き管
- 6 電磁弁
- 7 バッファタンク
- 8 ガスプロアーまたは圧縮機
- 9 消化ガスタンク
- 10 汚泥引抜き管
- 11 汚泥投入管
- 12 消化汚泥排出管
- 13 投入汚泥槽
- 14 汚泥混合槽
- 15 熱交換器
- 16 汚泥輸送ポンプ
- 17 圧力計
- 18 蒸気吹き込み管
- 19 開閉弁
- 20 消化ガス排出管
- 21 減圧弁
- 22 仕切り板
- 25 攪拌翼
- 26 攪拌モーター
- 30 圧力制御A
- 31 圧力制御B
- 32 動作制御

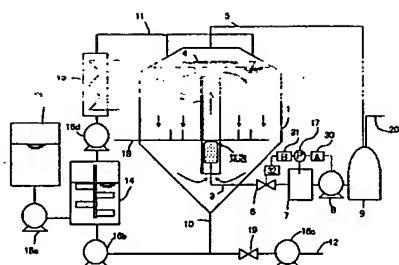
30

40

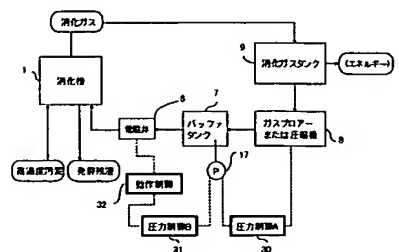
50

- 3 5 減圧弁  
3 6 仕切り板

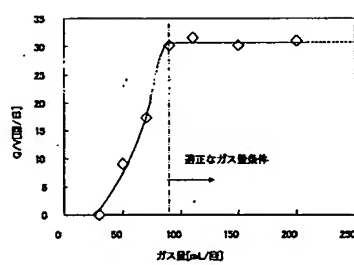
【図 1】



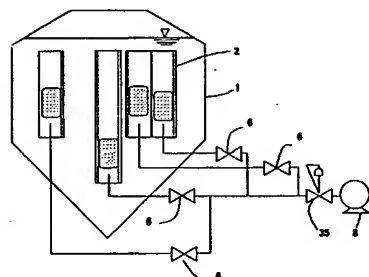
【図 2】



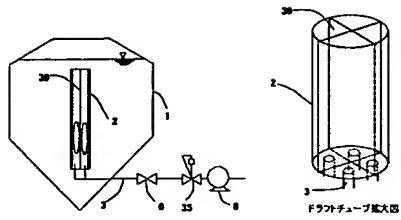
【図 3】



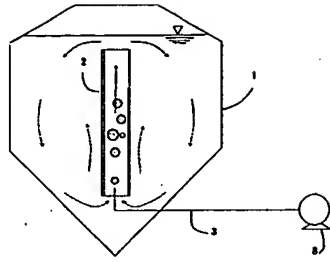
【図 4】



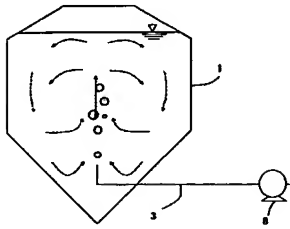
【図 5】



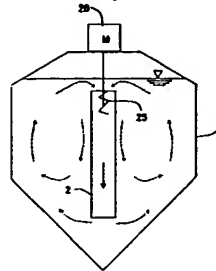
【図 7】



【図 6】



【図 8】



【図 9】

寸法	寸法	寸法	寸法	寸法	寸法
50	15	24	1735	2.42	87
70	40	64	1277	0.88	17
90	90	143	1025	1.51	30
110	115	183	8640	1.58	32
130	150	228	6328	1.51	30
250	250	258	4752	1.53	31
250	測定不能	-	3807	-	-
300	測定不能	-	3168	-	-

---

フロントページの続き

(72)発明者 水谷 洋

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1 三菱重工業株式会社横浜製作所内

Fターム(参考) 4D040 AA01 AA31 AA42 AA54 AA61